

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11061282 A**(43) Date of publication of application: **05.03.99**

(51) Int. Cl.

**C22B 1/16**(21) Application number: **09221450**(22) Date of filing: **18.08.97**(71) Applicant: **NKK CORP**

(72) Inventor: **ICHIKAWA KOICHI  
NODA HIDETOSHI  
SAKAMOTO NOBORU  
SATO HIDEAKI  
WATANABE TAKASHI**

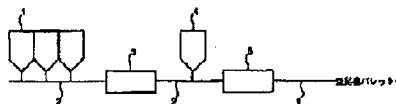
(54) **MANUFACTURE OF SINTERED ORE**

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the manufacturing method wherein the  $\text{SiO}_2$  composition necessary for increasing the ratio of the sintered ore in the raw material to be charged in a blast furnace is small, the reduction degradation characteristic is excellent, and the sintered ore of high strength can be manufactured in high yield.

**SOLUTION:** The raw material for sintering blended so that grains of  $\leq 0.5$  mm in grain size is contained by  $\approx 30$  wt.% and the  $\text{SiO}_2$  concentration of the sintered ore is 2.8-4.7 wt.%, is mixed and granulated by a high-speed stirring mixing machine 3, and the fuel component is added thereto, and the mixture is sintered after granulated again. After the raw material is mixed and granulated by the high-speed stirring and mixing machine by the above method, and then, granulated using a rotation type granulator 5, the fuel component may be added and the mixture may be sintered after granulated again.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-61282

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

C 2 2 B 1/16

識別記号

F I

C 2 2 B 1/16

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-221456

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月18日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 市川 孝一

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 野田 英俊

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 坂本 登

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高野 茂

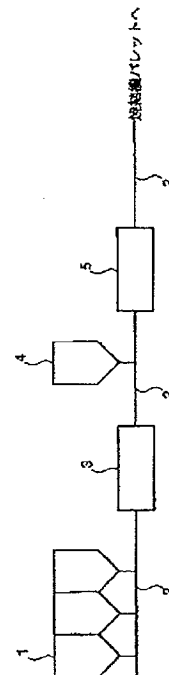
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焼結鉱の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高炉に装入する原料中の焼結鉱の比率を高めるために必要な  $\text{SiO}_2$  成分が少なく、還元粉化性が良好で、かつ強度の高い焼結鉱を高歩留で製造する方法を提供する。

【解決手段】 粒径0.5mm以下の粒子を30重量%以上含み、かつ焼結鉱の  $\text{SiO}_2$  濃度が2.8~4.7重量%となるように配合した焼結原料を高速攪拌混合機で混合造粒し、さらに、燃料成分を添加し、再度、造粒した後に焼結する焼結鉱の製造方法である。前記方法の高速攪拌混合機で混合造粒した後、次いで転動型造粒機を使用して造粒した後、燃料成分を添加し、再度、造粒した後に焼結してもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 粒径0.5mm以下の粒子を30重量%以上含み、かつ焼結鉱の $\text{SiO}_2$ 濃度が2.8~4.7重量%となるように配合した焼結原料を高速攪拌混合機で混合造粒し、さらに、燃料成分を添加し、再度、造粒した後に焼結することを特徴とする焼結鉱の製造方法。

【請求項2】 粒径0.5mm以下の粒子を30重量%以上含み、かつ焼結鉱の $\text{SiO}_2$ 濃度が2.8~4.7重量%となるように配合した焼結原料を高速攪拌混合機で混合造粒し、次いで転動型造粒機を使用して造粒した後、燃料成分を添加し、再度、造粒した後に焼結することを特徴とする焼結鉱の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高炉に装入する原料中の焼結鉱の比率を高めるために必要な $\text{SiO}_2$ 成分が少なく、還元粉化性が良好で、かつ強度の高い焼結鉱を高歩留で製造する方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】高炉に装入される焼結鉱の一般的な製造工程は次の通りである。まず、鉄鉱石、粉コークス、石灰石等の焼結原料を混合造粒機内で適量の水分を加えつつ、造粒する。こうして擬似粒化された焼結原料を焼結機のグレート上に装入し、焼結原料充填層の上部から点火し、充填層の上部から下部に向かって空気を吸引して、原料中の粉コークスを上部から順次燃焼させて焼成する。焼成後はグレートの乗ったパレットを傾転して焼成物（焼結ケーキと称する）を取り出し、破砕、冷却した後に、一定粒度以上の成品が高炉原料として供される。なお、一定粒度以下の粉粒体（返鉱と称する）は再び焼結原料に供される。

【0003】上述の焼成過程において、焼成原料が高温下で部分的に熔融し、この熔融部が焼結原料粉粒体を相互に結合して塊状化する。この融液には、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{CaO}$ 系（カルシウムフェライト系）の融液と $\text{CaO}$ - $\text{SiO}_2$ 系（シリケート系スラグ）の融液の2種類が存在するが、カルシウムフェライト系融液は、冷却過程でヘマタイト結晶を晶出し、この晶出したヘマタイト結晶が焼結鉱の還元粉化を促進し、耐還元粉化性を悪化させる。従って、シリケート系スラグを積極的に生成させれば、焼結鉱の還元粉化性を良好にすることができるので、実操業においては $\text{SiO}_2$ 系副原料を増配合する等、焼結原料中の $\text{SiO}_2$ 濃度を増加させる方策が講ぜられている。しかし、 $\text{SiO}_2$ 濃度を単に増加させると焼結鉱の鉄分含有率が低下するので効率的でない。

【0004】これを改善するために、特開平7-331342号公報では、粒径0.5mm以下の粒子を30重量%以上含み、焼結鉱の $\text{SiO}_2$ 濃度が3.0~4.7重量%となるように配合した焼結原料を一括してアイリッヒミキサー等の高速攪拌羽根を内蔵した混合機で混合して

から、傾動型造粒機を使用して造粒した後に焼結する方法が開示されている。

【0005】この方法によれば、微粉の焼結原料中の $\text{SiO}_2$ 成分の反応性を高めることにより、焼結鉱内に残留する未反応の $\text{SiO}_2$ 成分が減少し、焼結鉱の耐還元粉化性が改善される。焼結原料を高速攪拌混合機で混合することにより以下の作用が得られるとしている。

【0006】(1) 高速攪拌羽根の強力な混合力により、混合時に添加した水分を原料全体に浸透させ、粒子径に関係無く全ての粒子の表面に水膜を形成させることが可能となる。このため、粒子の可塑性が向上し、造粒の際、付着粉として機能する微粉の付着力が高められ、擬似粒子を構成する粒子間の結合力が上昇する。このように粒子間の結合力が上昇すると、焼結の際の乾燥や熱衝撃による微粉の剥離に対する抵抗力が増し、擬似粒子を構成する粒子間の接触状態が良好に保たれるため、 $\text{SiO}_2$ 成分の反応（固相反応）が進行し易くなる。

【0007】(2) 焼結原料中0.5mm~2.0mmの粒子は、従来の造粒方法では、核粒子にも付着粒子にもならない、言わば造粒に関与しない粒子であった（製鉄研究（1976）No.288, 10頁）。しかし、高速攪拌羽根の強力な混合力により混合時に添加した水分を原料全体に浸透させ、粒子径に関係なく全ての粒子の表面に水膜を形成させることが可能となり、結合力が向上するため、この0.5mm~2.0mmの粒子も他の粒子と付着して擬似粒子を形成するため、 $\text{SiO}_2$ 成分の反応（固相反応）が進行し易くなる。

【0008】(3)  $\text{SiO}_2$ 成分の高い鉱石（例えば、蛇紋岩）は分散性が悪く、その粒子が凝集した状態から粒子単位まで分散することが従来は困難であるため、部分的に $\text{SiO}_2$ 成分の高い状態となり反応性が低下する問題があった。しかし、高速攪拌混合機を用いる場合、その強力な攪拌力により、例えば粘性の高い蛇紋粉をその粒子が凝集した状態から粒子単位まで分離することが可能になるため、他の焼結原料との均一な混合を促進し、凝集による $\text{SiO}_2$ 成分の偏在をなくすることができる。このため、 $\text{SiO}_2$ 成分の反応（固相反応）が進行し易くなる。

【0009】以上の理由により、高速攪拌混合機を用いて $\text{SiO}_2$ 成分の反応を高めることにより、焼結鉱内に残留する未反応の $\text{SiO}_2$ が減少し、焼結鉱の耐還元粉化性が改善されるとしている。

【0010】しかし、この方法では以下のような欠点を有している。すなわち、粉コークスを含む全ての焼結原料を高速攪拌羽根内蔵の混合機に投入するため、造粒後の粒子において粉コークスは、粒子の内部から表面に渡る広い部分に分散することとなり、内部の粉コークスは酸素の供給を得にくいので、燃焼速度が遅延して焼結鉱の生産率を低下させるという点である。また、内部の粉コークスの燃焼が遅延して添加したコークス量に応じた充分な熱量を得られないという問題点もある。単位時間

当たりの発熱量が不足すると、焼結過程における吸引空気による冷却効果の割合が増大し、焼結過程で到達する最高温度および1200℃以上の高温の保持時間も低下する。このため、高温で発生する $\text{Fe}_2\text{O}_3$ - $\text{CaO}$ 系(カルシウムフェライト系)の融液と $\text{CaO}$ - $\text{SiO}_2$ 系(シリケート系スラグ)の融液量が低下すると同時に、融液の流動性が相対的に低下して融液が粒子間に均一に分布しなくなるため、原料粒子間を相互に結合する効果が減少する。このため、RDIがあまり改善されない。

【0011】さらに、本発明者の調査、観察の結果、焼結遅延により焼結鉱中に未燃で残る粉コークスおよび、その周辺は焼結鉱の強度が低いと、焼結後粒度調整のために行われる焼結ケーキの破砕工程において、破壊起点となって微粒分を増大させ、成品歩留りを低下させているという欠点も見出した。これらの対策として、十分な熱量供給のため、本来必要とされる量以上に過剰に粉コークスを添加することも考えられるが、これは不経済である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題を解決し、 $\text{SiO}_2$ 濃度の低い焼結鉱(低 $\text{SiO}_2$ 焼結鉱)であって、耐還元粉化性が良好で且つ、高強度を有する焼結鉱を生産性を悪化させることなく、高品質かつ、高歩留りで製造する方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を、以下の方法によって達成する。

【0014】第1の方法は、粒径0.5mm以下の粒子を30重量%以上含み、かつ焼結鉱の $\text{SiO}_2$ 濃度が2.8~4.7重量%となるように配合した焼結原料を高速攪拌混合機で混合造粒し、さらに、燃料成分を添加し、再度、造粒した後に焼結する焼結鉱の製造方法である。

【0015】第2の方法は、粒径0.5mm以下の粒子を30重量%以上含み、かつ焼結鉱の $\text{SiO}_2$ 濃度が2.8~4.7重量%となるように配合した焼結原料を高速攪拌混合機で混合造粒し、次いで転動型造粒機を使用して造粒した後、燃料成分を添加し、再度、造粒した後に焼結する焼結鉱の製造方法である。

【0016】本明細書で使用する用語の意味は、次の通りである。粒子の大きさを表すmmは、篩目の代表径で、例えば、粒径0.5mm以下の粒子とは0.5mmの篩目を通して篩下を、また粒径2~1mmの粒子とは、篩目が2mmの篩を通して、篩目が1mmの篩上に残る粒子のことをいう。前記の「粒径0.5mm以下の粒子を30重量%以上含み」とは、原料を配合した時点で、その原料中に粒径0.5mmの粒子が30重量%以上含まれていることを意味し、「焼結鉱の $\text{SiO}_2$ 濃度が2.8~4.7重量%」とは、焼結した後の焼結鉱中の $\text{SiO}_2$ 濃度が2.8~4.7重量%であることを

意味している。

【0017】本発明における燃料とは、擬似粒子表面に付着し、擬似粒子を乾燥、昇温するのに十分な発熱量、燃焼速度を確保できるものであればよいが、ここでは経済的理由から粉コークスとして説明する。

【0018】「作用」本発明方法において、焼結鉱中の $\text{SiO}_2$ 濃度が2.8~4.7重量%となるように焼結原料を配合するのは、 $\text{SiO}_2$ 濃度が2.8重量%未満では、高速攪拌混合機を用い且つ、粉コークスの添加方法を改善することで $\text{SiO}_2$ の反応性を向上させても、焼結鉱の還元粉化性の改善が見込まれず、一方 $\text{SiO}_2$ 濃度が4.7重量%を越えると、焼結過程で発生する融液量が増加するため焼結鉱の耐還元粉化性が良好となるので、敢えて本発明方法を採用する必要がないからである。

【0019】高速攪拌混合機の混合造粒過程の後に、燃料成分を添加して再度造粒するのは、以下の理由による。

【0020】擬似粒子の内部、または表面に存在する粉コークスは焼結原料充填層において上部から下部に向かって吸引された空気中の酸素と反応して燃焼する。従来方法においては、焼結原料を高速攪拌混合機の混合、造粒過程以前に粉コークスを添加すると、強力な攪拌力により焼結原料と均質に混合され、擬似粒子の表面から内部に均質に存在するようになる。この場合、擬似粒子の粉コークスは擬似粒子の表面から内部に拡散してくる酸素と反応するため、酸素の擬似粒子内部への拡散および反応により生成する二酸化炭素や一酸化炭素の擬似粒子外への拡散が粉コークスの燃焼速度を律速するようになり、燃焼速度が低下する。

【0021】本発明においては、粉コークスを高速攪拌混合機の混合、造粒過程の後で添加し、その後さらに造粒する。このため、粉コークスが他の焼結原料から構成される擬似粒子の表面に付着した状態の擬似粒子が得られる。この擬似粒子では、粒子表面に偏在した粉コークスは、焼結原料充填層の粒子間空隙を流れてきた空気中の酸素と、擬似粒子内部への拡散過程を経ることなく、反応する。また、反応により生成する二酸化炭素や一酸化炭素も速やかに吸引空気の流れにより排出される。このため、粉コークスは速やかに燃焼する。これにより、焼結充填層中のコークスの燃焼帯も速やかに焼結原料充填層の下方に移動してゆくと、パレットの移動速度を増加することが可能になり、生産性を向上することができる。

【0022】燃焼の際、本発明による擬似粒子では粒子内部には粉コークスは無く、酸素拡散律速により未燃焼のまま残留する粉コークスは無くなる。従って、過剰の粉コークスを添加する必要がなくなり、経済的にも有利である。また、粉コークスの燃焼速度が上昇するので焼結原料充填層内の吸引空気流による冷却効果が減少し、

より効率的に擬似粒子を昇温できる。この効果により高温下で発生する $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ 系(カルシウムフェライト系)の融液と $\text{CaO-SiO}_2$ 系(シリケート系スラグ)の融液の量が増加し、融液の流動性も向上するため、焼結原料粒子間の結合が進む。

【0023】さらに、未燃で残留する粉コークスがなくなるため、前述した破碎時の焼結ケーキ中の亀裂が減少し、粉の発生が抑制される結果、高炉装入に必要とされる一定粒径以上の焼結鉱の割合が上昇し、歩留りが大幅に向上する。

【0024】高速攪拌混合機で攪拌、混合した後、粉コークスを添加する前に、転動型ミキサー(例えば、ドラムミキサー)を使用して造粒すれば、擬似粒子の粒径(擬似粒度)が一層大きくなるので、焼結時の原料充填層の通気性がよくなり生産率を一層向上させることができる。また、焼結原料中の $0.5\text{mm}$ の細粒分がより減少するため、この過程の後にコークス粉を添加し、再造粒すると、擬似粒子の表面におけるコークス粉密度はより高くなり、粉コークスの燃焼速度が向上する。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を工程図に基づいて以下に説明する。

第1の方法:図1は、本発明の第1の方法を示す工程図である。1は、燃料成分以外の焼結原料を入れた原料槽で、複数槽設けられている。2はベルトコンベヤ、3は、高速攪拌混合機で、高速攪拌羽根を内蔵し、この羽根が混合機の内部で高速回転運動をして原料を攪拌するものである。5は、高速攪拌混合機3の下流に設けられた転動型造粒機で、例えば、ドラムミキサーが使用される。4は、高速攪拌混合機3と転動型造粒機5の間を搬送される原料に燃料である粉コークスを添加するために設けられた燃料槽である。

【0026】複数の原料槽1から一定の配合割合で切り出された原料は、高速攪拌混合機3で混合される。混合された原料はその搬送途中で燃料槽4から一定量の燃料、例えば粉コークスが添加され、その下流にある転動型ドラムミキサー5で混合、造粒される。造粒後された原料は焼結機に搬送される。

【0027】上述の高速攪拌混合機3の形式は、(1)円筒型パン内に攪拌羽根が設置され、このパンと羽根の双方が回転するもの、例えば、アイリッヒミキサー(商品

名)、(2)ドラムミキサー内に攪拌羽根を設置したもの、(3)固定された横型の円筒内に回転する高速攪拌羽根が設置されたもの、例えば、レゲディミキサー(商品名)等がある。なお、本発明における高速攪拌混合機は、攪拌を目的とした高速攪拌羽根が内蔵されたミキサーであれば、上記の形式に限定されるものではない。

【0028】燃料は、例として粉コークスを挙げたが、擬似粒子表面に付着し、擬似粒子を乾燥、昇温するのに充分な発熱量、燃焼速度を有するものであればよい。また、数銘柄の燃料を混合したものでもよい。

第2の方法:この方法は、第1の方法の工程に、さらに、図2に示すように、高速攪拌混合機3と燃料の添加位置4aの間に転動型造粒機6を設け、高速攪拌、混合後の原料を造粒する工程を加えたものである。他の符号は、第1の方法と同一であるから説明を省略する。

【0029】このようにすれば、擬似粒子の粒径(擬似粒度)が一層大きくなるので、焼結時の原料充填層の通気性がよくなり生産率を一層向上させることができる。また、焼結原料中の $0.5\text{mm}$ の細粒分がより減少するため、この過程の後にコークス粉を添加し、再造粒すると、擬似粒子の表面におけるコークス粉密度はより高くなり、粉コークスの燃焼速度が向上させることができる。

【0030】

【実施例】表2に示す配合の焼結原料を使用して、本発明方法(本発明例1;第1の方法、本発明例2;第2の方法)および従来方法である3種類の方法について、鍋焼成試験を実施した。なお、各試験において焼成ケーキの $\text{SiO}_2$ 成分が4.5%となるように原料配合を行った。表1は、これらの方法の造粒方法を示したものである。

【0031】焼成は $300\text{mm}\phi$ の円筒型のポットに配合原料を装入して、層高さを $500\text{mm}$ とし、差圧(原料層の上面、下面の差圧)を $1000\text{mmAq}$ とし、点火はコークスガスをを用い、各例とも等流量でその供給時間を90秒間とし、風箱の排ガス温度が最高温度となったとき、焼成終了とした。鍋焼成した焼成ケーキについて、冷間強度(タンブラーテストによる焼結鉱の回転強度指数;TI)、生産率、還元粉化率(RDI)および歩留り(+10mm)を測定した。

【0032】

【表1】

|      | 比較例1   | 比較例2   | 比較例3  | 本発明例1  | 本発明例2   |
|------|--|--|---|--|---|
| 原料   |  |  |   |  |   |
| 造粒方法 | 原料 50kg<br>↓<br>水分添加<br>↓<br>ドラムミキサー 3分<br>↓<br>ドラムミキサー 3分 | 原料 60kg<br>↓<br>水分添加<br>↓<br>レディゲミキサー1分<br>↓<br>ドラムミキサー 3分 | 原料 50kg<br>↓<br>水分添加<br>↓<br>ドラムミキサー 3分<br>↓<br>燃料添加<br>↓<br>ドラムミキサー 3分 | 原料 50kg<br>↓<br>水分添加<br>↓<br>高速攪拌混合機1分<br>↓<br>燃料添加<br>↓<br>ドラムミキサー 3分 | 原料 50kg<br>↓<br>水分添加<br>↓<br>高速攪拌混合機1分<br>↓<br>ドラムミキサー 3分<br>↓<br>燃料添加<br>↓<br>ドラムミキサー 3分 |

【0033】

【表2】

| 原 料                 |          | 配合 (wt%) |
|---------------------|----------|----------|
| 粉鉄鉱石                | シンターフィード | 69       |
|                     | ペレットフィード | 17       |
| 石灰石                 |          | 10       |
| 生石灰                 |          | 3        |
| 蛇紋岩                 |          | 1        |
| 返 鉱 (外掛けwt%)        |          | 15       |
| 粉コークス (外掛けwt%)      |          | 3.5      |
| SiO <sub>2</sub> 濃度 |          | 4.5      |
| 粒度 (-0.5mm)         |          | 33       |

【0034】試験結果を図3に示す。この図から、本発明例1、2は、比較例1～3に比べて、冷間強度、生産率および歩留りが高く、還元粉化率が低減していることが分かる。即ち、本発明方法を適用すれば、耐還元粉化

性が改善され、生産率を落とさずに、高強度の焼結鉱を高歩留りで生産することができる。特に、高速攪拌混合後、燃料を添加する前に混合工程を付加（本発明例2；第2の方法）すれば、耐還元粉化性を悪化させずに、より生産率を向上させることが可能となることが分かる。

【0035】

【発明の効果】本発明方法によれば、焼結鉱のSiO<sub>2</sub>濃度が低くても耐還元粉化性が良好で、高強度の焼結鉱を生産率を低下させることなく高歩留りで製造することができる。本発明方法で得られる低SiO<sub>2</sub>焼結鉱を使用すれば、良質塊鉄原料の枯渇にも充分対応して高炉の安定操業が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の方法の工程図である。

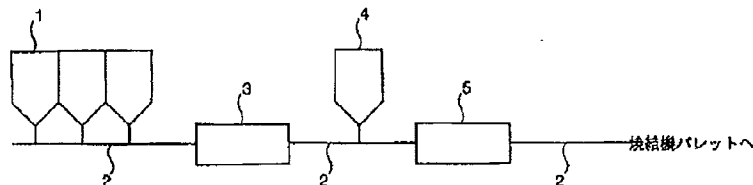
30 【図2】本発明の第2の方法の工程図である。

【図3】本発明方法および従来方法の鍋焼成試験結果を示す棒グラフである。

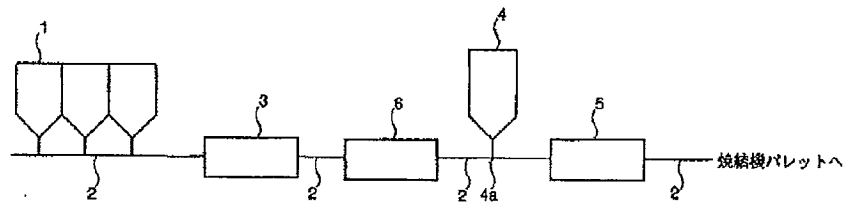
【符号の説明】

- 1 原料槽
- 2 ベルトコンベヤ
- 3 高速攪拌混合機
- 4 燃料槽
- 5、6 転動型造粒機

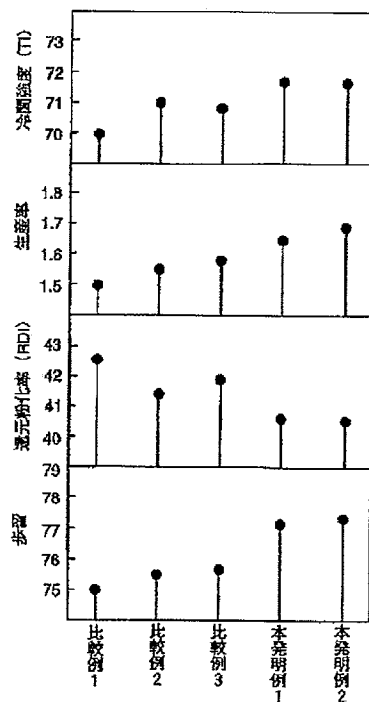
【図1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 秀明

東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日  
本鋼管株式会社内

(72)発明者 渡辺 隆志

東京都千代田区丸の内一丁目 1 番 2 号 日  
本鋼管株式会社内